

## 第 36 回麻布環境科学研究会 市民公開講座 3

## バイオの眼で見る化学物質複合汚染

鑑迫 典久

国立環境研究所環境リスク・健康研究センター 生態毒性拠点長

この表題からまず連想されるのは、有吉佐和子の「複合汚染」(1975)ではないだろうか。これは昭和 30 年代に発生した四日市喘息、熊本、新潟の水俣病、スモッグなどの公害問題を受けて、1971 年(昭和 46 年)に環境庁が設置され、悪臭防止法(1971)、自然環境保全法(1972)、化審法(1973)と基本となる環境関連の法律が着々と整備され、環境と化学物質に対して国民の関心が高まった機宜に朝日新聞に掲載されて世間の耳目を集めた。有吉佐和子を日本版レイチェル・カーソンに例える人もいる。内容に賛否両論あるが、環境問題に興味がある人には必ずと言って良いほど読まれており、農薬、化学肥料、合成洗剤、食品添加物の合成保存料、着色料などに対して“悪い”化学物質代表のイメージを上手にわれわれの脳裏に刷り込まれた感がある。ただし、複合汚染とは複数の汚染物質が混合することで個々の汚染物質が単独の場合に与える被害の質、量の総和を超える相乗的な汚染結果があらわれることを懸念するものであるが、個々の化学物質の影響がそれらの総和(相加)ではなく相乗の可能性について警鐘を鳴らした点は先見的である。

近年、私たちを取り巻く化学物質は急激に増加しており、それに伴い環境中に放出される化学物質も増加している。われわれは日常生活を快適にするために、燃料・エネルギー、プラスチック、洗剤、化粧品、医薬品、食品添加物、農薬など多種多様な化学物質が製造・使用・廃棄している。その種類や量は年々増加の一途をたどり、米国化学会(ACS)の Chemical Abstracts Service に登録している物質数は 2016 年 8 月現在で 12,000 万種に到達しようとしている(図 1)。2005 年頃を境に急激に増加している点が興味深く、われわれの生活と化学物質は無くてはならないものに

なっている。上記のうち、実際に国内で使用されている物質は数万種と言われており、事業所や一般家庭から下水処理場等を経て様々な物質が水環境中に排出されているものと考えられる。ところが、排水規制対象の個別物質は 27 種(環境基準は 26 種)に限られており、化学物質排出把握促進法(化管法)に伴う PRTR(環境汚染物質排出移動登録)制度によって国への排出量届出が義務付けられている第一種指定化学物質も 462 物質あるが、その数は実際使用されている化学物質数に遠く及ばず、未知の未規制物質によるヒト健康や野生生物への有害影響は評価・管理できない。化学物質を一つ一つ管理するだけでも大変だが、それらの複合影響を考慮して管理することはさらに難しい。複数の化学物質をまとめて管理するため、その量または影響を足し算する方法は提案されている。化学物質間に相互作用がなく、人および生物に対する作用機序(MoA: Mode of Action)が類似した化学物質同士の場合には、濃度が加算できる相加モデル(CA: Concentration Addition Model)、化学物質間に相互作用がなく、人および生物に対する MoA が異なるが作用

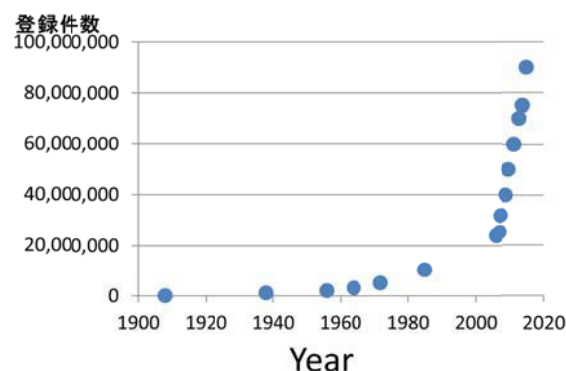


図 1 CAS に登録された化学物質件数

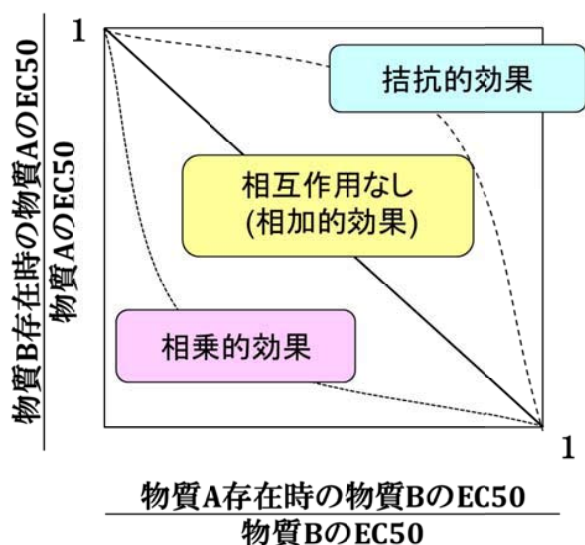


図2 2種類の化学物質の等効果線法

が同じ化学物質同士の場合には、影響が加算できる独立モデル（IA: Independent Addition Model）が使えると言われているが、そもそも野生生物のMoAが同じか異なるかを見極めることが難しい。また、化学物質間に相互作用がある場合というのはいわゆる、相乗・拮抗（相殺）効果のことであるが、それらには適切なリスク評価に用いられる計算手法が存在していな

い。2種類の化学物質について相加、相乗や拮抗を理解するためには等効果線を描くと分かりやすい（図2）が、3種類以上の化学物質の相互作用について明らかにすることは極端に難しくなってくる。米国環境庁（USEPA）は毒性物質制御のための総合的アプローチとして個別化学物質の化学分析、バイオアッセイによる全排出影響（WET）評価、生物相調査の相補的な3本柱を提唱している。そのうちのバイオアッセイとして、魚類、ミジンコ、藻類等を用いたWET試験方法について1995年に公布し、2002年に修正が行われた。日本の環境省も米国WET手法を参考にしながらも独自の“生物応答を用いた排水管理手法”について検討中である。排水中に含まれる複数の化学物質を総体として評価する手法であり、いわゆる化学物質の複合汚染を食い止める一つの解決策と期待される。有吉佐和子の「複合汚染」は公害問題に端を発し、ヒト健康を中心として化学物質の有害性有無を判断していたが、環境中での有害性有無を判断するのはヒト以外の生物であり、話せない生物の声に耳を傾けるのがバイオアッセイである。バイオアッセイを上手に利用して化学物質と共存しながら持続可能な生態系、持続可能な社会を形成していくことが重要であろう。